

Nuovo calcolatore vettoriale del CILEA: Nec SX-5/4s

Francesca Bonini, Andrea Mattasoglio

CILEA, Segrate

Abstract

Come anticipato nel numero precedente (Bollettino CILEA n. 75, Dicembre 2000), il CILEA ritorna, almeno parzialmente, al calcolo vettoriale. La scelta è stata dettata dal desiderio di fornire all'utenza una macchina da affiancare a quelle ad architettura parallela, in grado di supplire alle carenze di questa. Il calcolatore vettoriale è un Nec SX-5/4s, installato al CILEA nei primi giorni del gennaio 2001 e attualmente in fase di test delle performances, che dovrebbero aiutarci a configurarlo "al meglio".

Keywords: Hardware, Supercalcolo, Calcolo Vettoriale

Nei primi giorni di Gennaio è stato installato al CILEA il nuovo supercalcolatore che andrà presto ad affiancare il cluster di macchine HP nei servizi di supercalcolo.

La nuova macchina, un Nec modello SX-5/4s, è intrinsecamente diversa dalle altre già presenti al CILEA, cercheremo in questo articolo di definirne gli aspetti salienti, in attesa di aprirne l'uso al pubblico.

supercalcolatore?

La definizione di supercalcolatore ha avuto diverse evoluzioni, dalla sua nascita negli ormai lontani (ma non poi così tanto) anni sessanta ad oggi.

Una definizione scherzosa fornita da Gordon Bell e Don Nelson (1989) proponeva di considerare supercalcolatore qualsiasi computer che pesasse più di una tonnellata. In generale: un supercalcolatore è un computer con una potenza notevolmente più grande di quella disponibile alla maggior parte degli utenti; normalmente vengono utilizzati per processare una singola applicazione utilizzando tutte le risorse disponibili sia per memoria che per processori, piuttosto che processare una grande quantità di applicazioni più piccole.

Attualmente i supercalcolatori possono essere divisi in:

- SMP¹ (Cray, IBM, HP, SGI, Sun, Compaq)
- Parallele vettoriali (Nec, Cray, Fujitsu)
- MPP² (IBM)

Perché utilizzare un supercalcolatore?

Come detto in precedenza, un supercalcolatore va utilizzato per lavori *grandi* in termini di memoria necessaria e potenza di calcolo, l'utilizzo di un supercalcolatore per lavori che possono essere comodamente gestiti da un personal computer o da una workstation è controproducente.

Applicazioni che richiedono, in genere, l'impiego di supercalcolatori sono:

- simulazioni climatiche e meteorologiche
- chimica computazionale
- fluidodinamica e analisi di crash
- crittografia
- simulazioni nucleari
- analisi e design di materiali
- simulazioni sismiche
- analisi strutturali

Oltre a pacchetti applicativi sviluppati *ad hoc* per tali propositi ed ottimizzati per l'architettura della macchina, è possibile sviluppare *in casa* i propri applicativi. In questo secondo caso il linguaggio FORTRAN rimane il

¹ Symmetric MultiProcessor

² Massive Parallel Processor

principale linguaggio da utilizzare, in particolare per il server SX5, dove il compilatore FORTRAN può essere particolarmente efficiente nella vettorizzazione e nella parallelizzazione dei programmi, con una minima richiesta di modifica da parte dello sviluppatore.

SX-5/4s installato al CILEA: nick.cilea.it

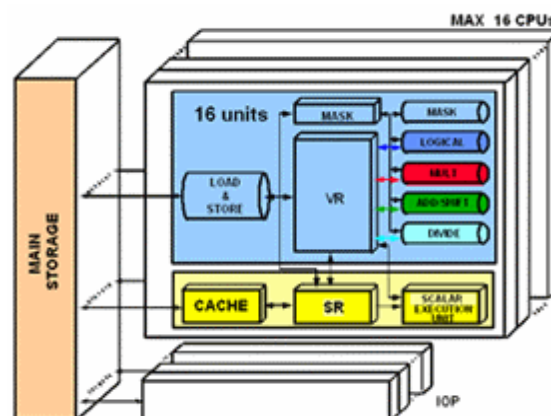


CPU

Il modello installato al CILEA è l'SX-5/4s³, possiede 4 CPU, ognuna della quali può fornire fino ad una potenza massima di 4 GFLOPS.

³ sito Europeo Nec per il supercalcolo: www.ess.nec.de

Ogni processore contiene un'unità vettoriale, un'unità scalare completa di cache on-chip e un'interfaccia per la memoria. Il set di istruzioni usate dal processore è analogo a quello RISC completo di istruzioni con funzioni che promuovono il range di costrutti vettorializzabili.



Il tipo di processore montato dall'SX-5/4s è stato disegnato esplicitamente per fornire significative prestazioni vettoriali per le applicazioni scalari o che hanno un basso grado di vettorizzazione o breve dimensione vettoriale; particolarmente adatto per un'ampia gamma di applicazioni, tra cui pacchetti software industriali terze parti.

L'unità vettoriale include 8 set di pipeline, ognuna della quali ha pipe per add/shift, moltiplicazioni e divisioni. Ogni set di 8 pipe serve una singola istruzione vettoriale, e tutti i set possono operare in concorrenza. Il picco di performance si raggiunge con due vettori che operano concorrentemente uno moltiplicando e l'altro addizionando.

Ogni unità vettoriale ha 72 set di registri, che agiscono come una cache programmabile ad alte prestazioni, riducendo in maniera significativa il traffico verso la memoria.

L'unità scalare è un'architettura superscalare con operandi da 64 bit e cache d'istruzioni da 64 kilobyte, che può eseguire 4 istruzioni per ciclo di clock.

Entrambe le unità vettoriale e scalare supportano dati IEEE a 32 e 64 bit, l'unità scalare supporta anche dati in precisione estesa da 128 bit.

Ogni processore ha un set di registri di comunicazione ottimizzato per la sincronizzazioni di processi paralleli.

Memoria

La memoria RAM è installata è di 16 GB. Va notato che il server è *real memory*, ossia un processo deve essere caricato completamente in memoria per essere eseguito, cosa che accelera la sua esecuzione (non utilizza il paging come le macchine a memoria virtuale). La memoria è indirizzata per *pagine*, cosa che consente di caricare moduli di programma in frazioni non contigue della memoria, eliminando eventuali operazioni periodiche di compattazione della memoria occupata. L'ampiezza di banda di memoria disponibile per ogni processore è di 32 GB/s, sufficiente per garantire il picco di efficienza di 4 GFLOPS per processore.

Dischi

I dischi collegati al server sono di due tipi:

- dischi SCSI organizzati in configurazione RAID 5 per un totale di 70 GB, destinati al sistema operativo e agli applicativi;
- dischi Hippi ad alta velocità, organizzati in configurazione RAID 3, per un totale di 287 GB, destinati all'utilizzo come spazio scratch date le loro prestazioni.

Il tipo di filesystem configurato su di essi è il Supercomputing File System (SFS) nativo, che si avvantaggia, per ottimizzare le operazioni di I/O, delle funzioni di cache che utilizzano la Memory File Facility (MFF).

Software di base Installato

Sistema Operativo

Il sistema operativo installato è Super-UX 10.2, un unix basato principalmente su UNIX System V che incorpora anche alcune caratteristiche BSD e SVR4.2MP.

Super-UX è un sistema operativo completamente a 64 bit (gli indirizzi vengono espressi in unità di 64 bit), cosa che permette di indirizzare fino ad 800 GB di memoria.

Essendo, come già detto, un sistema a memoria reale la limitazione alle dimensioni di un processo è data dalle dimensioni reali della memoria a disposizione per un processo.

Esiste comunque la possibilità di avere uno swapping di processi, che comporta una note-

vole degradazione delle prestazioni della macchina.

Sistema batch: NQS

Il sistema batch nativo per l'SX5 è NQS, questo permette un'agile configurazione di code batch tale da riuscire ad ottimizzare l'utilizzo del server. Tra le più interessanti possibilità che offre questo sistema di code c'è la *Checkpoint/restart facility*, disponibile sia per l'amministratore della macchina che per il proprietario del job accodato. Tale facility consente di fermare un job in esecuzione ad un dato momento e di farlo ripartire da quel punto in seguito, prevedendo, nell'intervallo intercorso, anche la possibilità di effettuare uno spegnimento della macchina stessa, senza perdere i risultati parziali già elaborati.

Compilatori

I compilatori attualmente installati sono il FORTRAN 90/SX e il C/SX.

Il Fortran 90/SX è offerto come compilatore nativo, offre la possibilità di effettuare vettorizzazioni automatiche e parallelizzazioni di codici Fortran 90 standard. Normalmente non richiede direttive esplicite per abilitare la parallelizzazione.

L'attivazione e l'utilizzo da parte di utenza esterna al CILEA sono in fase di definizione, si prevede la possibilità di abilitare almeno parte dell'utenza a partire dal prossimo marzo.

Una menzione a parte merita il NUG (Nec User Group), formato da attivissimi utenti e sistemisti Nec che periodicamente si riunisce per discutere di problematiche inerenti l'utilizzo e l'ottimizzazione del sistema. La prima riunione della sola parte sistemistica del gruppo si è tenuta l'8/9 febbraio presso il CSCS⁴ con la partecipazione dei sistemisti Europei e di tecnici Nec. Grazie alla condivisione delle diverse esperienze e alla comunicazione diretta con Nec, ci auspichiamo una agevole configurazione della macchina che renda possibile il raggiungimento di un'utilizzo ottimale della stessa entro tempi brevi.

⁴ Centro Svizzero per il Calcolo Scientifico, www.cscs.ch